

$$\{F(x, y, \eta) - (x/0,2)F(0,2, y, \eta)\} \leq 0,06. \quad (4)$$

При $\eta=2,4$ максимальное отклонение от линейности (точка Б) составляет 0,072, т. е. критерий (4) не выполняется. Однако эталон внутри резонатора лазера ограничивает область генерации и в результате уменьшает величину нелинейности затягивания мод до 0,043 при том же значении η (точка В). Опыт показывает, что в этом случае лазер действительно работает в режиме синхронизации мод.

Таким образом, становится очевидным влияние дисперсии активной среды на синхронизацию мод. Следует, однако, отметить, что для более точного анализа условия фазового захвата необходимо учитывать также и дисперсию фазового набег в эталоне [3, 4, 9].

Авторы считают своим долгом отметить большое внимание покойного акад. Р. В. Хохлова, а также Э. С. Воронина к данной работе.

1. J. Hirano, T. Kimura. *IEEE J. QE-5*, 219 (1969).
2. Ф. А. Королев, В. М. Салимов. Тезисы «Ломоносовских чтений», МГУ, 1972, с. 27.
3. Ю. В. Троицкий. «*Листья в ЖТФ*», 1, 200 (1975).
4. И. И. Суханов, Ю. В. Троицкий. «*Квантовая электроника*», 3, 2596 (1976).
5. Ю. М. Яковлев. *ЖПС*, 13, 728 (1970).
6. V. K. Garside. *IEEE J. QE-5*, 97 (1969).
7. Ф. А. Королев. Спектроскопия высокой разрешающей силы. М., ГИТТЛ, 1953.
8. С. Э. Фриш. Оптические спектры атомов. М.—Л., Гос. изд. физ.-мат. лит.-ры, 1963.
9. F. Gires, P. Tournois. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 258, 6112 (1964).

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Поступило в редакцию
19 января 1978 г.

D. P. Krindach, A. P. Kuznetsov, V. M. Salimov. Axial Mode Locking in the He — Ne Laser with the Use of the Fabry — Perot Etalon.

The He — Ne laser is employed as an example to consider an effect of the active medium dispersion on the self-mode-locking conditions. On the basis of performed calculations and experimental data it is shown that a tilting Fabry — Perot etalon introduced into the laser resonator may essentially raise the highest possible for the self-mode-locking conditions value of exceeding the laser action threshold.

«Квантовая электроника», 5, № 7 (1978)

УДК 621.373.826.038.823

Н. В. Сьботинов, Е. Конечка, Е. Мизерачик, Н. К. Вучков

ДВУПОЛЯРНЫЙ He — Cd-ЛАЗЕР С ПОЛЫМ КАТОДОМ

Для получения генерации в He—Cd активной среде представляет интерес использование глеющего разряда с полым катодом. He—Cd-лазер с полым катодом генерирует 13 линий, расположенных в ИК, видимой и УФ областях спектра.

Впервые о генерации He—Cd-лазера с полым катодом сообщалось в работе [1]. В работе [2] полый катод был расположен соосно внутри цилиндрического анода, в работе [3] использовалась многоанодная конструкция лазерной трубки с полым катодом. Во всех этих работах, как и в последующих (см., например, [4]), питание лазерных трубок осуществлялось постоянным или пульсирующим током.

В настоящей работе мы сообщаем о новой конструкции лазерной трубки с полым катодом, использованной в He—Cd-лазере. Основное отличие ее состоит в том, что питание осуществляется переменным напряжением, которое подается на два одинаковых полых катода, расположенных параллельно вдоль оси разрядной трубки.

На рис. 1 представлена схема лазера. Электроды 2 и 2' внутренним диаметром 4 мм и длиной 70 см были изготовлены из нержавеющей стали и попеременно играли роль полых катодов. Расстояние между ними равно 5 мм. По образующей обоих электродов сделаны чередующиеся через каждые 40 мм отверстия 5 диаметром 3 мм и выступы 6 высотой 2 мм. Электроды помещены в изолирующие кварцевые трубки 3 так, что против каждого отверстия одного электрода находится выступ второго. Во внутренней полости каждого электрода по всей ее длине находился естественный Cd 4 в пылеобразном состоянии.

Питание лазерной трубки осуществляется переменным напряжением 220 В, 50 Гц через сопротивление 120 Ом. Во время одного полупериода выступы электрода 2 служат анодами и обеспечивают концентрацию разряда в полости противоположного электрода 2', который играет роль катода. В следующем полупериоде электроды 2 и 2' меняются ролями.

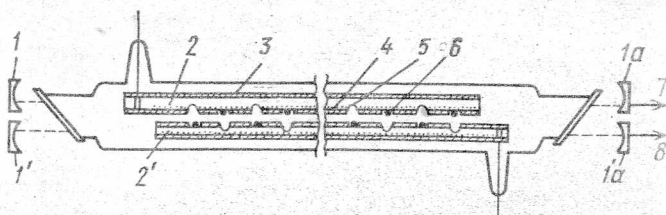


Рис. 1. Схема лазера.

При давлении He 13—15 мм рт. ст. и разрядном токе 1,3 А электроды 2 и 2' нагреваются до 290°C. При этой температуре в своих электродах достигается оптимальная концентрация кадмиевых паров, необходимая для получения генерации на ионных линиях Cd с $\lambda_{1,2,3} = 441,6; 533,7$ и 537,8 нм соответственно.

Лазерная трубка расположена в двойном резонаторе. Зеркала 1 и 1а составляют резонатор для лазерной среды электрода 2. Их радиус кривизны 2 м, коэффициенты отражения для λ_1 99,7 и 99,2% соответственно. Второй резонатор для активной среды электрода 2' образован зеркалами 1' и 1'а с коэффициентами отражения для спектральной области 520—550 нм соответственно 99,7 и 99,0% и радиусом кривизны 2 м. В таком лазере имеется возможность генерировать излучение в синей 7 и зеленой 8 областях спектра по двум параллельным оптическим осям.

Выходная мощность лазера исследована в интервале давлений гелия 10—28 мм рт. ст. На рис. 2 представлено изменение общей выходной мощности для двух зеленых линий (кри-

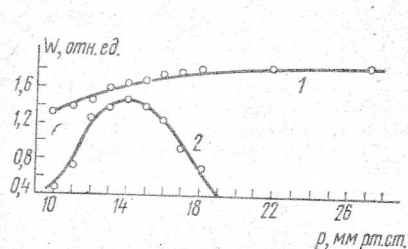


Рис. 2. Зависимости выходной мощности лазерного излучения от давления гелия при среднем значении разрядного тока 1,3 А.

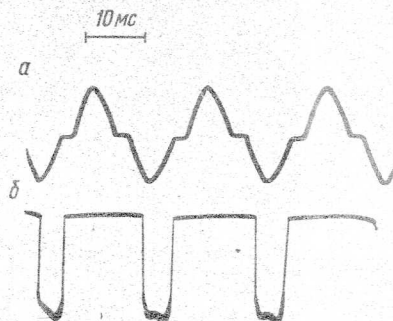


Рис. 3. Оциллограммы разрядного тока (а) и импульсов генерации (б).

вая 1) и для линии 441,6 нм (кривая 2). При давлениях гелия от 13 до 15 мм рт. ст. условий благоприятны для генерации как на синей, так и на зеленых линиях (в прикатодных областях электродов 2 и 2' (см. рис. 1) соответственно).

На рис. 3 показаны оциллограммы переменного разрядного тока и пульсирующей генерации двух зеленых линий.

В заключение остановимся на преимуществах сконструированного нами лазера. Питание разряда в нем осуществляется непосредственно от сети. Лазер имеет две оптические оси генерации. Чередование полярности электродов устраняет явление катафореза и приводит к однородному распределению паров металла по сечению активной области разряда.

Такую конструкцию лазерной трубки можно использовать и с парами других металлов, на которых осуществлена непрерывная генерация в лазере с полым катодом, таких как Zn, Hg, Cu и др.

1. Э. К. Карабут, В. С. Михалевский, В. Ф. Папакин, М. Ф. Сэм. *ЖТФ*, 39, 1923 (1969).
2. S. C. Wang, A. E. Siegman. *Appl. Phys.*, 2, 143 (1973).
3. Y. Sugawara, Y. Tokiva. *Japan J. Appl. Phys.*, 9, 588 (1970).
4. L. Csillag, C. Z. Nat, M. Yanossy, K. Rozsa. *Optics Comms*, 21, 39 (1977).

Институт физики твердого тела
Болгарской академии наук, София, НРБ
Институт проточных машин Польской
академии наук, Гданьск, ПНР

Поступило в редакцию
22 января 1978 г.

$$\{F(x, y, \eta) - (x/0,2)F(0,2, y, \eta)\} \leq 0,06. \quad (4)$$

При $\eta=2,4$ максимальное отклонение от линейности (точка Б) составляет 0,072, т. е. критерий (4) не выполняется. Однако эталон внутри резонатора лазера ограничивает область генерации и в результате уменьшает величину нелинейности затягивания мод до 0,043 при том же значении η (точка В). Опыт показывает, что в этом случае лазер действительно работает в режиме синхронизации мод.

Таким образом, становится очевидным влияние дисперсии активной среды на синхронизацию мод. Следует, однако, отметить, что для более точного анализа условия фазового захвата необходимо учитывать также и дисперсию фазового набег в эталоне [3, 4, 9].

Авторы считают своим долгом отметить большое внимание покойного акад. Р. В. Хохлова, а также Э. С. Воронина к данной работе.

1. J. Hirano, T. Kimura. *IEEE J. QE-5*, 219 (1969).
2. Ф. А. Королев, В. М. Салимов. Тезисы «Ломоносовских чтений», МГУ, 1972, с. 27.
3. Ю. В. Троицкий. «Письма в ЖТФ», 1, 200 (1975).
4. И. И. Суханов, Ю. В. Троицкий. «Квантовая электроника», 3, 2596 (1976).
5. Ю. М. Яковлев. *ЖПС*, 13, 728 (1970).
6. B. K. Garside. *IEEE J. QE-5*, 97 (1969).
7. Ф. А. Королев. Спектроскопия высокой разрешающей силы. М., ГИИТЛ, 1953.
8. С. Э. Фриш. Оптические спектры атомов. М.—Л., Гос. изд. физ.-мат. лит-ры, 1963.
9. F. Gires, P. Tournois. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 258, 6112 (1964).

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Поступило в редакцию
19 января 1978 г.

D. P. Krindach, A. P. Kuznetsov, V. M. Salimov. Axial Mode Locking in the He — Ne Laser with the Use of the Fabry — Perot Etalon.

The He — Ne laser is employed as an example to consider an effect of the active medium dispersion on the self-mode-locking conditions. On the basis of performed calculations and experimental data it is shown that a tilting Fabry — Perot etalon introduced into the laser resonator may essentially raise the highest possible for the self-mode-locking conditions value of exceeding the laser action threshold.

«Квантовая электроника», 5, № 7 (1978)

УДК 621.373.826.038.823

Н. В. Съботинов, Е. Конечка, Е. Мизерачик, Н. К. Вучков

ДВУПОЛЯРНЫЙ He — Cd-ЛАЗЕР С ПОЛЫМ КАТОДОМ

Для получения генерации в He—Cd активной среде представляет интерес использование тлеющего разряда с полым катодом. He—Cd-лазер с полым катодом генерирует 13 линий, расположенных в ИК, видимой и УФ областях спектра.

Впервые о генерации He—Cd-лазера с полым катодом сообщалось в работе [1]. В работе [2] полый катод был расположен соосно внутри цилиндрического анода, в работе [3] использовалась многоанодная конструкция лазерной трубки с полым катодом. Во всех этих работах, как и в последующих (см., например, [4]), питание лазерных трубок осуществлялось постоянным или пульсирующим током.

В настоящей работе мы сообщаем о новой конструкции лазерной трубки с полым катодом, использованной в He—Cd-лазере. Основное отличие ее состоит в том, что питание осуществляется переменным напряжением, которое подается на два одинаковых полых катода, расположенных параллельно вдоль оси разрядной трубки.

На рис. 1 представлена схема лазера. Электроды 2 и 2' внутренним диаметром 4 мм и длиной 70 см были изготовлены из нержавеющей стали и попеременно играли роль полых катодов. Расстояние между ними равно 5 мм. По образующей обоих электродов сделаны чередующиеся через каждые 40 мм отверстия 5 диаметром 3 мм и выступы 6 высотой 2 мм. Электроды помещены в изолирующие кварцевые трубки 3 так, что против каждого отверстия одного электрода находится выступ второго. Во внутренней полости каждого электрода по всей ее длине находился естественный Cd 4 в пылеобразном состоянии.

Питание лазерной трубки осуществляется переменным напряжением 220 В, 50 Гц через сопротивление 120 Ом. Во время одного полупериода выступы электрода 2 служат анодами и обеспечивают концентрацию разряда в полости противоположного электрода 2', который играет роль катода. В следующем полупериоде электроды 2 и 2' меняются ролями.